ESTUDO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL DO MUNICÍPIO DE CAMPINAS, SP

Leônidas Mantovani MALVESTIO[1]
Maria Cristina Machado de LIMA[2]
Jonas Teixeira NERY[3]

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a precipitação pluvial do município de Campinas, próximo a capital de São Paulo. Foram estudados dados de precipitação obtidos juntos a Agência Nacional de Água e período estudado foi de 1939 a 1999.

Várias análises estatísticas foram realizadas, desde a média, a mediana, desvio padrão, quartis superior e inferior, por exemplo. Obteve-se significativa variabilidade para alguns anos, sendo os anos 1982-83, anos de ocorrência de El Niño, significativamente chuvoso, comparado a outros anos analisados.

INTRODUÇÃO

A posição latitudinal cortada pelo Trópico de Capricórnio, sua topografia bastante acidentada e a influência dos sistemas de circulação perturbada são fatores que conduzem à Climatologia da região Sudeste ser bastante diversificada em relação à temperatura.

No verão, principalmente no mês de janeiro, são comuns médias das máximas de 30oC a 32oC nos vales dos rios São Francisco e Jequitinhonha, na Zona da Mata de Minas Gerais, na baixada litorânea e a oeste do estado de São Paulo. No inverno, a média das temperaturas mínimas varia de 6oC a 20oC, com mínimas absolutas de -4o a 8oC, sendo que as temperaturas mais baixas são registradas nas áreas mais elevadas. Vastas extensões de Minas Gerais e São Paulo registram ocorrências de geadas, após a passagem das frentes polares. Nas regiões serranas, localizadas na parte leste do Sudeste, são registrados os extremos mínimos de temperatura durante o inverno do Hemisfério Sul, enquanto que as temperaturas mais elevadas são observadas no estado de Mato Grosso, na região do Brasil Central. Essa região é caracterizada pela presença de intensa atividade convectiva nos meses de maior aquecimento radiativo. Um forte gradiente térmico no limite das Regiões Sudeste e Centro-Oeste. Este gradiente é resultado do deslocamento das massas frias de altas latitudes, que afetam principalmente os estados do Sudeste e o Mato Grosso do Sul. Em geral a precipitação distribui-se uniformemente nessas Regiões, com a precipitação média anual acumulada variando em torno de 1500 e 2000mm. Dois núcleos máximos são registrados na região do Brasil Central e no litoral da Região Sudeste, enquanto que no norte de Minas Gerais verifica-se uma relativa escassez de chuvas ao longo do ano.

Com relação ao regime de chuvas, são duas as áreas com maiores precipitações: uma, acompanhando o litoral e a serra do Mar, onde as chuvas são trazidas pelas correntes de sul; e outra, do oeste de Minas Gerais ao Município do Rio de Janeiro, em que as chuvas são trazidas pelo sistema de Oeste. A altura anual da precipitação nestas áreas é superior a

[1] Aluno do curso de Geografia UNESP, Ourinhos, SP.
[2] Aluno do curso de Geografia UNESP, Ourinhos, SP.
[3] Professor Dr da UNESP, Ourinhos, curso de Geografia, Grupos do CNPq: GAIA e CLIMA, jonas@ourinhos.unesp.br

1.500mm. Na serra da Mantiqueira estes índices ultrapassam 1.750mm, e no alto do Itatiaia, 2.340mm.

O máximo pluviométrico da região Sudeste normalmente ocorre em janeiro e o mínimo em julho, enquanto o período seco, normalmente centralizado no inverno, possui uma duração desde seis meses, no caso do vale dos rios Jequitinhonha e São Francisco, até cerca de dois meses nas serras do Mar e da Mantiqueira.

O município de Campinas está localizado a 99Km de São Paulo, na área de contato entre o Planalto Cristalino Atlântico e a Depressão Periférica do Estado de Pão Paulo, situada em sua porção centro-leste. Por ser uma área de contato entre terrenos cristalinos e sedimentares, não há uma mudança brusca na paisagem dessas áreas, surgindo gradualmente as diferenciações entre as formas características do Planalto Cristalino Atlântico e as da Depressão Periférica. As rochas sedimentares são as que apresentam formas mais suaves, enquanto as cristalinas favorecem o aparecimento de formas mais movimentadas, com algumas serras tais como a das Cabras e a dos Cocais. O tipo de solo é o latoso roxo, latoso vermelho escuro – roxo, latoso vermelho-amarelo fase – rasa e latoso vermelho-amarelo orto

Campinas possui uma área total de 887Km, uma altitude de 680m e suas coordenadas geográficas são : latitude 22º53'52"S e longitude 47º04'40"W. Sua população é da ordem de 1.017.243 habitantes, possui um IDH de 0,852, o oitavo melhor do Estado de São Paulo, e uma taxa de analfabetismo de 5%. Apresenta, segundo a SEADE, 22.261 estabelecimentos cadastrados no ministério do trabalho, sendo 1.894 na indústria (setor secundário) e 19327 no comércio e serviços (setor terciário); gerando um total de 257.817 empregos formais.

O objetivo deste trabalho foi estudar a variabilidade da precipitação pluvial no município de Campinas, São Paulo, para buscar entender a evolução da chuva em diferentes escalas temporais.

MÉTODOS E TÉCNICAS

Foram analisados dados de precipitação pluvial, no período 1936 a 1999. Os dados foram cedidos pela Agência Nacional de Água e Energia, Brasília. Diversos parâmetros estatísticos foram utilizados para calcular as diversas escalas temporais da precipitação pluvial. Calculou-se a média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação, dentre outras estatísticas básicas.

Tabela I – Percentual correspondente aos intervalos de classe de precipitação pluvial em relação ao total de dias: análise mensal.

Intervalo (mm)	Jan. (%)	Fev. (%)	Mar. (%)	Abr. (%)	Mai. (%)	Jun. (%)	Jul. (%)	Ago. (%)	Set. (%)	Out. (%)	Nov. (%)	Dez. (%)
[01; 05)	14.0	13.0	11.6	7.0	5.6	4.4	4.0	1.6	7.5	9.6	8.4	11.6
[05; 10)	9.7	9.7	7.4	3.8	3.0	2.9	2.5	0.9	3.5	5.3	6.8	8.0
[10; 15)	5.7	6.3	5.0	2.7	2.0	1.8	1.3	1.0	3.4	3.4	5.2	6.4
[15; 20)	5.0	4.0	2.9	1.7	1.4	1.0	0.8	0.4	1.4	2.8	3.0	4.0
[20; 25)	2.8	3.9	2.4	0.9	1.0	1.0	0.4	0.2	1.5	2.4	2.5	3.3
[25; 30)	3.3	2.3	1.5	0.9	0.8	0.6	0.5	0.2	1.2	2.0	2.2	2.0
≥30	7.7	6.5	4.4	2.5	1.5	1.1	0.8	0.2	3.2	3.4	4.8	9.2

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foram calculados a intensidade de precipitação pluvial mensal, podendo-se observar que o percentual de chuva está concentrado no intervalo de intensidade entre 1 e 5mm e, também, concentrado nos meses de janeiro (14%), fevereiro (13%), março (12%, aproximadamente)

e dezembro (12%, aproximadamente). A seguir, pode-se observar que a intensidade entre 5 e 10mm, exclusive, com percentuais de 10% de chuva em janeiro e fevereiro e 8% em dezembro. Outros valores que se destacam, a seguir, são as intensidade de chuva acima de 30mm, observando-se que também estão concentrados nos meses de janeiro (7.7%), fevereiro (6.5%) e dezembro (9.2%). Os meses de menores intensidades são: junho, julho e, principalmente, agosto.

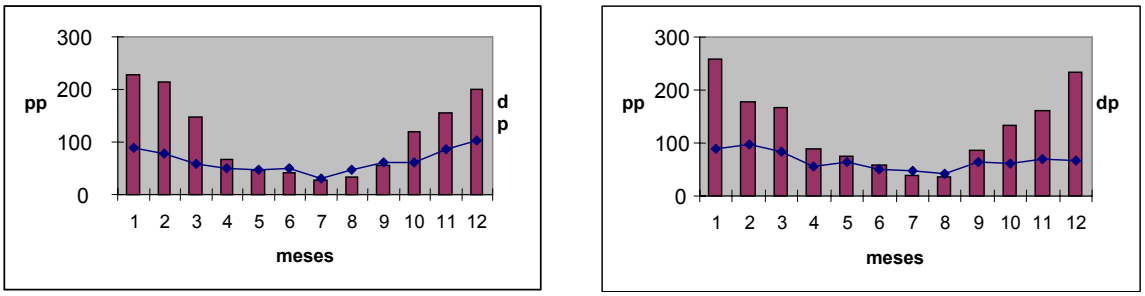

Figura 1 – Evolução mensal da precipitação pluvial e o desvio padrão para dois períodos distintos da série analisada. O gráfico da esquerda representa o primeiro período (1939 a 1965) e o gráfico da direta o segundo período (1966 a 1999).

A seguir foram analisados diferentes anos dentro do período estudado e por década. Pode-se constatar a variabilidade pluvial de ano para ano, dentro do período analisado. Na década de 50 e 60 (Figura 2), pode-se observar que os anos 1958 e 1952 foram mais úmidos, aparentemente. O ano 1958 apresentou chuvas bem distribuídas ao longo de praticamente todos os meses, exceção ao mês de agosto que não choveu.

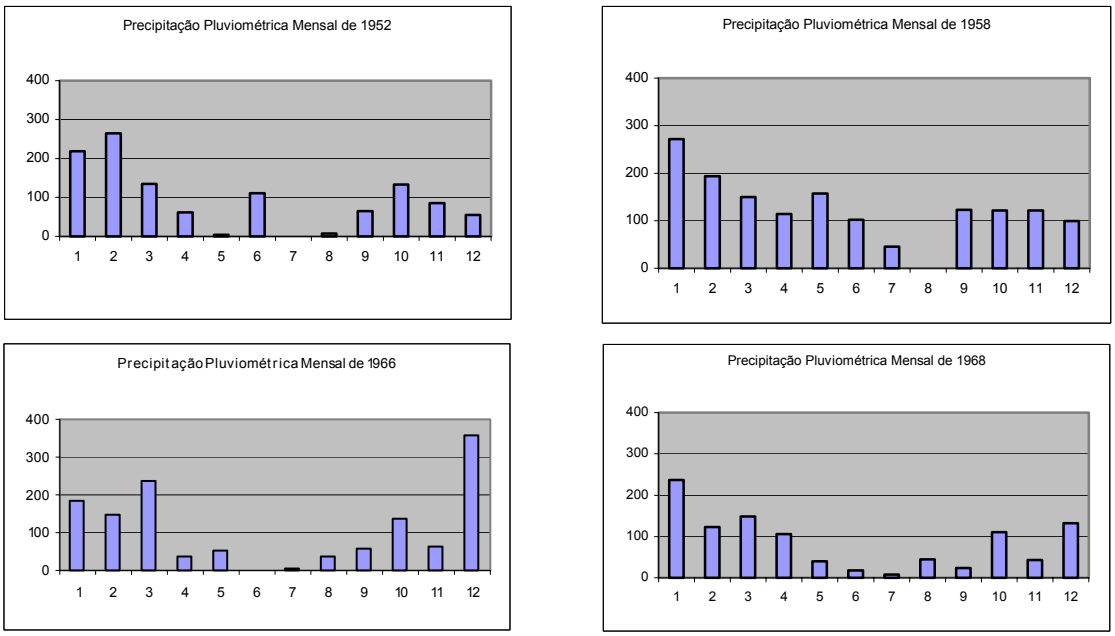

Figura 2 – Evolução temporal da precipitação pluvial para as décadas de 50 (gráficos superiores) e para a década de 60 (gráficos inferiores).

Com exceção de julho e agosto (julho com, aproximadamente, 50mm de precipitação pluvial e agosto com 0mm de chuva), os demais meses apresentaram precipitação pluvial superior a 100mm, inclusive junho (100mm) e setembro (acima de 100mm). O ano 1952 apresentou o período de inverno mais seco, podendo-se observar maio, julho e agosto com 0mm de chuva. Pode-se observar em 1966 e 1968 que esses meses, também foram

significativamente secos, não chovendo nos anos 1966 e 1968, anos analisados nesse trabalho.

Na década de 70 e 80 apresentou significativa variabilidade, principalmente a década de 80, Figura 3. O ano 1983, apresentou chuvas superiores aos demais anos analisados, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro, com precipitação pluvial superiores a 300mm: 400mm em janeiro e superior a 35mm em fevereiro. Já o ano 1985, foi um ano mais seco dentro da década, porém apresentando precipitações de 200mm em março e dezembro.

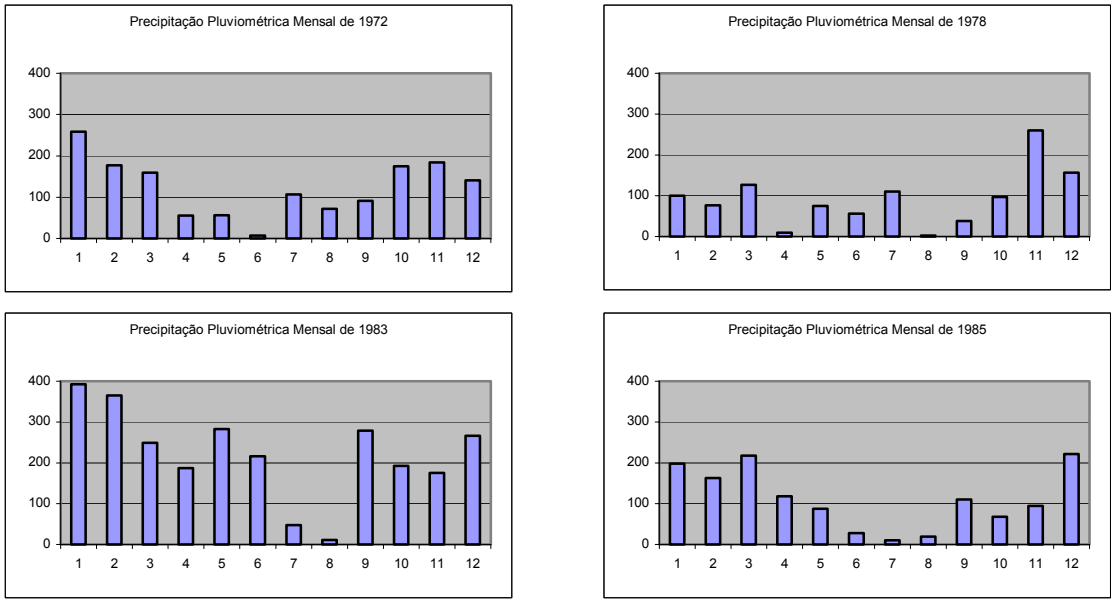

Figura 3 – Evolução temporal da precipitação pluvial para as décadas de 70 (gráficos superiores) e para a década de 80 (gráficos inferiores).

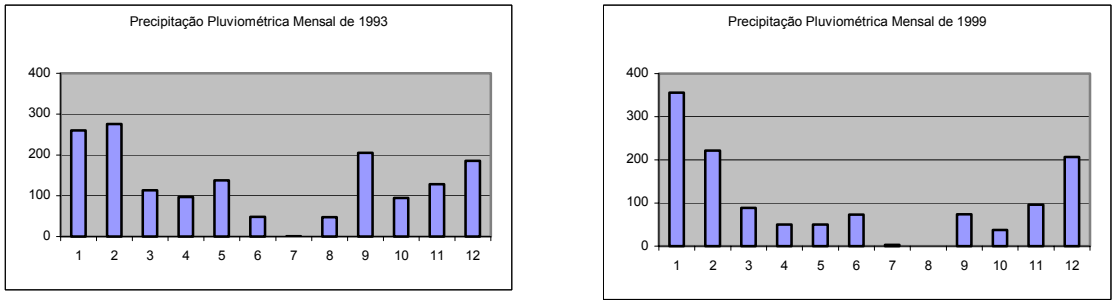

Figura 4 – Evolução temporal da precipitação pluvial para a década de 90.

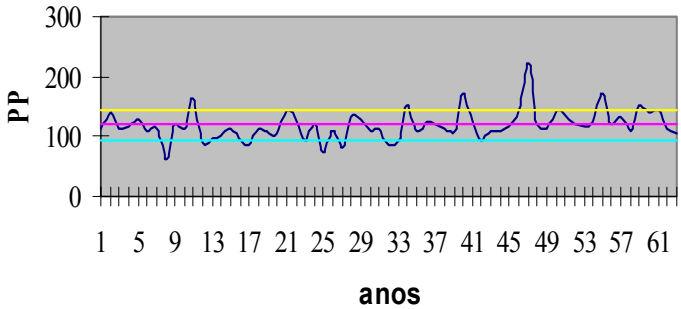

Figura 5 – Análise anual da precipitação pluvial, no período 1937 a 1999. A linha azul escura é a variabilidade da precipitação ao longo desses anos; a linha azul marino representa a média do período (119mm) menos o desvio (25mm); a linha lilás é o valor médio da precipitação pluvial de 1939 a 1999 (119mm) e a linha amarela é a média da chuva mais o desvio.

Os meses de janeiro e fevereiro em 1993, apresentaram precipitação pluvial superiores a 250mm em 1993 (década 90) e em 1999, janeiro apresentou precipitação pluvial superior a 300mm, Figura 4. Esse anos analisados não foram anos chuvosos, comparativamente a década anterior, mas 1999 foi ainda mais seco com chuvas inferiores a 100mm em março, abril, maio, junho, julho (não choveu), agosto (não choveu), setembro e outubro.

Na Figura 5 está representado a variabilidade precipitação pluvial ao longo do período estudado. Pode-se observar que alguns anos foram mais úmidos: 1938, 1947, 1957, 1970, 1976, 1982, 1983, 1986, 1991, 1995, 1996 e 1997 e outros foram mais secos (1944, 1948, 1953, 1961, 1963, 1968 e 1978), utilizando-se por base a variabilidade da chuva em relação à média climatológica do período, portanto doze anos foram anos úmidos (valores acima muito acima da média climatológica) e sete foram anos secos, comparativamente a média climatológica. O período mais úmido foram, notadamente, os anos 1982/83, período considerado de El Niño intenso, com chuvas acima da média na região sul e sudeste do Brasil. O ano mais seco foi 1944, apresentando precipitação pluvial bem abaixo da média climatológica calculada, no período.

Tabela II – Chuva média em janeiro de 1982 e 1983, comparada à média e quartil superior.

	Media (1)	Chuva média 1936-1999 (2)	(1) / (2)	Quartil superior (3)	(1) / (3)
Jan. 1982	376.3	243.8	1. 54	277.2	1.36
Jan. 1983	391.9	243.8	1.61	277.2	1.41
Dez. 1985	221.2	217.6	1.02	275.6	0.8

Dentro do período de estudos foram analisadas as chuvas dos anos 1982 e1983, anos mais chuvosos dentro do período analisado, além de dezembro de 1985, ano mais seco dentro desse período. Pode-se observar que entre 1936 e 1999, as chuvas forma superiores a média climatológica e mesmo ocorrendo no quartil superior (equivalente a 75% das chuvas do mês), Tabela II.

Tabela III – Chuva média em janeiro de 1946 e 1957, comparada à média e quartil superior.

	Média (1)	Chuva média 1936-1965 (2)	(1) / (2)	Quartil superior (3)	(1) / (3)
Jan. 1946	415.8	228.7	1.82	265.9	1.56
Jan. 1957	393.5	228.7	1.72	265.9	1.48

Os meses de janeiro de 1946 e 1957 foram os mais chuvosos dentro do período analisado, podendo-se observar precipitação pluvial de 400mm, aproximadamente, nos dois anos, valores médios, Tabela III. Esses valores são superiores àqueles encontrados na Tabela II, anos considerados de El Niño intenso, bem como significativamente superiores a média do período analisado que não ultrapassou a 230mm.

Tabela IV – Chuva média em janeiro de 1982 e 1983, comparada à média e quartil superior.

	Média (1)	Chuva Média 1966-1999 (2)	(1) / (2)	Quartil superior (3)	(1) / (3)
Jan. 1982	376.3	257.2	1.46	328.9	1.14

Jan. 1983	391.9	257.2	1.52	328.9	1.20

Na Tabela IV pode-se analisar as chuvas do período 1966 a 1999 (257mm, aproximadamente), que são bem maiores que a do período 1936 a 1965 (248mm, aproximadamente). Pode-se observar janeiro de 1982 e 1983, com valores da precipitação pluvial bem acima da média, denotando, portanto, anos chuvosos, com 25% de precipitação pluvial acima de 328.9mm.

Tabela V – Cálculos de parâmetros estatísticos para alguns períodos e anos mais chuvosos analisados. DP significa desvio padrão, V_{max} valor máximo de precipitação pluvial, V_{min} valor mínimo de precipitação pluvial, Q_s e Q_i são os quartis superior e inferior, respectivamente.

Anos	Média	Med	DP	$V_{máx}$	V_{min}	Qs	Qi
1936-99	1423.0	1376.5	300.8	469.9	0.0	175.7	101.6
1936-65	1329.3	1350.0	255.7	469.9	0.0	162.5	92.0
1966-99	1507.2	1443.7	195.2	453.1	0.0	106.6	180.1
1946	112.5	94.5	116.1	415.8	0.5	119.3	94.5
1957	143.8	103.5	107.1	393.5	32.0	185.6	103.5
1982	145.1	144.1	114.2	376.3	7.4	198.6	144.1
1983	221.9	232.7	112.0	391.9	10.6	279.5	232.7

Na Tabela V são analisados os dois período, o período completo (1936 a 1999) e alguns anos mais chuvosos dentro do período estudado. Pode-se observar que o período 1966 a 1999 foi mais chuvoso, com precipitação pluvial média superiora 1500mm, enquanto o período 1936 a 1965, apresentou chuvas não muito superior a 1300mm, valor médio. A dispersão dos dados calculados através do desvio padrão (DP) foi maior no período 1936 – 1965.

Dentre os anos mais chuvosos 1983 apresentou a maior média da precipitação pluvial comparativamente aos demais anos e com 25% da chuva superior a 279mm, aproximadamente, ou seja, significativamente superior aos demais anos analisados. Isso demonstra a variabilidade da precipitação pluvial dentro do período e dos anos dentro desses períodos.

CONCLUSÃO

A precipitação pluvial apresentou significativa variabilidade de período para período e mesmo dentro dos anos considerados mais chuvosos.

Os anos 1982-83, considerados ano de ocorrência de El Niño apresentou significativa média de precipitação pluvial comparada a outros anos analisados.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; KOUSKY, V.E., 1982. Análise de um caso de atividade convectiva associada a linhas de instabilidade na Região Sul e Sudeste do Brasil. INPE-2574-PRE/222.

CLIMANÁLISE Especial-Edição comemorativa de 10 anos. CPTEC/INPE, 1996.

FERNANDES, K.A.; SATYAMURTY, P., 1994. Cavados invertidos na região central da América do Sul. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8:93-94. Belo Horizonte-MG. Anais

HASTENRATH, S. and HELLER, L., 1977: Dymamics of climatic hazard in the Northeast Brazil. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 103, 77-92.

HASTENRATH, S., LAMB, P., 1977: Climatic Atlas of the Tropical Atlantic and Eastern Pacific Oceans. University of Wisconsin Press, 113 pp.

KOUSKY, V.E and CHU, P.S, 1978: Fluctuations in annual rainfall for Northeast Brazil. J. Meteor. Soc. Japan, 56, 457- 465.

KOUSKY, V.E., 1979: Frontal influences on northeast Brazil. Mon. Wea. Rev., 107, 1142-1153.

VIRJI, H., 1981: A preliminary study of summertime tropospheric circulation patterns over South America estimated from cloud winds. Mon. Wea. Rev., 109, 596-610.